

УДК 621.38

А.О. ЕРМАК

ОАО «Планар», г. Минск, Республика Беларусь

О.М. ЕЛОВОЙ, канд. техн. наук

Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, г. Минск

Т.М. КАДИЛЬНИКОВА, д-р техн. наук

Полесский государственный университет, г. Пинск, Республика Беларусь

Р.Е. ВОЛКОТРУБ

Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, г. Минск

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ СБОРКИ ОБОРУДОВАНИЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

*В статье предлагается функциональная модель автоматизированной системы учета и контроля комплектации сборки предприятия точного электронного машиностроения. Созданный на основе функциональной модели программный продукт позволит в полной мере реализовать учет прихода и расхода покупных сборочных единиц оборудования, снизить финансовые затраты на разработку и реализацию крупных и глобальных систем учета покупных комплектующих, требующих дополнительное администрирование и влекущих за собой расширение системных требований аппаратных средств.*

**Ключевые слова:** технология, автоматизация, компоненты, комплектация, сборка, управление

**Введение.** Роль систем компьютерной поддержки автоматизации технологических процессов в условиях современного отечественного машиностроения и, с учетом факторов как политико-экономического, так и информационно-технического характера, а также современного концептуального подхода «Индустрия–4.0» становится все более и более значимой. Обусловлено это целым рядом причин, из которых можно выделить следующие:

- необходимость создания в кратчайшие сроки новых образцов наукоемкой и высокотехнологической продукции с технически и экономически обоснованными минимальными затратами;
- потребность в формировании единого информационного пространства на всех этапах жизненного цикла изделия;
- стремление к повышению уровней как подготовки инженерно-технического и управленческого персонала в области современных информационных технологий, так и их использования для поддержки принятия решений;
- возможность удаленного доступа к «real-time» процессам, а также оптимизация кооперации между подразделениями предприятия путем использования системы электронного документооборота;
- необходимость строгого контроля соблюдения сроков изготовления и поставки специального технологического оборудования, включающая оперативную обработку информации о поступающих покупных комплектующих изделий (ПКИ), входной контроль и базовая оценка ПКИ на соответствие заявленным параметрам.

Для комплексного решения этих задач необходима оперативная обработка больших объемов учетной информации, что во многом зависит от рациональной организации информационного обеспечения, которое позволяет решать такие проблемы, как централизованное управление данными, информационная совместимость, гибкость и эффективная актуализация информационной базы. При автоматизации с помощью

информационной системы, как правило, снижаются объемы ручного труда, уменьшается время на обработку и получение необходимой информации, растет производительность труда специалистов.

Существует значительное число аналогов, ориентированных на решение приведенных выше задач. Например, пользующиеся на данный момент времени наибольшей популярностью как в полной мере подходящие преобладающему большинству производственных предприятий системы «1С: Предприятие» [1], «Галактика» [2], «Парус» [3]. К их основным недостаткам можно отнести отсутствие функционала, позволяющего автоматизировать процессы учета и контроля, высокая стоимость программного продукта и затрат на обучение персонала, ограничивающие возможности его использования относительно небольшими предприятиями, необходимость использования достаточно мощного и дорогостоящего аппаратного обеспечения, отсутствие набирающей все большую популярность возможности автономной работы, достаточно сложный и не всегда понятный потребителям интерфейс, ограниченные возможности автоматизированного формирования отчетности и аналитической документации.

**Целью исследований** являлась разработка функциональной модели автоматизированной системы комплектации сборки прецизионного оборудования точного электронного машиностроения, не имеющей приведенные выше недостатки.

Данная работа является продолжением исследований в области анализа и оптимизации технологии проектирования и изготовления технически сложного наукоемкого оборудования точного электронного машиностроения, в результате которых предложены математическая модель [4] и методика [5] выбора его компонентов, ориентированные на создание экспортоориентированной конкурентоспособной продукции.

**Методика исследований.** Автоматизированная система комплектации сборки прецизионного оборудо-

вания точного электронного машиностроения должна быть выполнена в виде приложения к персональному компьютеру, основными задачами которого будут:

- учет прогнозируемой потребности и существующих заявок на поставку продукции;
- автоматизированный учет изготавливаемой в соответствии с поступившими заявками продукции, заказанных и уже поступивших покупных сборочных компонентов;
- вывод (при необходимости) на печать документов, сопровождающих процесс ведения учета изготовленной и изготавливаемой продукции, оплаченных компонентов и сроки их поставки согласно контрактов, а также поступившие на склад компоненты и их передачи в места сборки;
- формирование необходимых аналитических отчетов.

Первым этапом в создании автоматизированной системы учета и контроля коммерческой деятельности машиностроительного предприятия является разработка ее функциональной модели, которая включает следующие основные компоненты:

- формирование основных конкурентоспособных требований потребителя к продукции;
- оформление заявки;
- оформление счета-фактуры;
- оформление расходных документов.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Для отражения очередности функционирования, управления и взаимосвязи перечисленных компонентов была создана функциональная модель в нотации семейства IDEF. Она предназначена для описания существующих бизнес-процессов, в которых используются как естественный, так и графический языки. Для передачи информации о конкретной системе источником графического языка является сама методология IDEF0.

Методология IDEF0 предписывает построение иерархической системы диаграмм — единичных описаний фрагментов системы. Сначала проводится описание системы в целом и ее взаимодействие с окружающей средой (контекстная диаграмма), после чего проводится функциональная декомпозиция, в рамках которой эта система разбивается на подсистемы, и каждая подсистема описывается отдельно (диаграммы декомпозиции). Затем каждая подсистема разбивается на более мелкие и так далее до достижения нужной степени подробности.

Каждая IDEF0-диаграмма содержит блоки и дуги. Блоки изображают функции моделируемой системы. Дуги связывают блоки вместе и отображают взаимодействия и взаимосвязи между ними. Взаимодействие работ с внешней средой и между собой описывается в виде стрелок, изображаемых одинарными линиями со стрелками на концах. Стрелки несут определенную информацию и именуется существительными.

Первый верхний уровень разработанного программного обеспечения функциональной модели представлен контекстной диаграммой, которая приведена на рисунке 1.

На нем представлена общая функциональная диаграмма автоматизированной системы учета и контроля деятельности машиностроительного предприятия, направленного на создание определенного вида продукции. Входными данными схемы являются «Справочник клиентов», «Справочник товаров» и «Справочник поставщиков». В качестве механизма управления в приведенной выше схеме используется «Менеджер», который



**Рисунок 1 — Общая функциональная диаграмма автоматизированной системы учета и контроля деятельности машиностроительного предприятия по созданию определенного вида продукции**

выполняет все функции в процессе учета и контроля: принимает заявку, составляет счет-фактуру, в случае согласования счета с заказчиком — оформляет расходную накладную, при поступлении товара на склад — оформляет приходную накладную.

В качестве управляющего параметра выступают документы:

- о порядке составления отчетов и ведении документации;
- Закон «О бухгалтерском учете и отчетности».

Выходными данными являются: отчеты, заявки, счета-фактуры, сопровождающие документы.

Следующим этапом функциональной модели приложения является декомпозиция контекстной диаграммы, которая описывает полную последовательность функционирования разрабатываемой системы. В результате получается диаграмма декомпозиции, которая показана на рисунке 2. На нем отображены направления потоков информации, связывающие весь функционал программы.

В диаграмме декомпозиции (см. рисунок 2) показаны четыре основных функциональных блока и связь между ними. Они отражают задачи и функции моделируемой системы, которые происходят в течение определенного времени и имеют распознаваемые результаты, которые являются исходными данными для последующих функциональных блоков в однонаправленной логической цепочке работы программного продукта.

Первым функциональным блоком в диаграмме декомпозиции является блок «Регистрация нового заказчика», для которого входными данными служит блок «Оформление клиентов», а входной информацией — «Справочник клиентов». Выходной информацией является «Информация о клиентах».

Вторым является функциональный блок «Оформление заявки на поставку», для которого входные данные поступают со «Справочника товаров», а выходная информация формируется в функциональном блоке «Оформленная заявка», которая также будет являться входной информацией для блока «Оформление счета-фактуры».

За ними следует функциональный блок «Оформление счета-фактуры», выходной информацией которого является «Оформленный счет».

Для функционального блока «Оформление сопровождающей документации» входная информация поступает со «Справочника поставщиков», а выходной информацией являются «Отчеты» и «Сопровождающая документация».

Управляющими документами для всех функциональных блоков являются: Закон Республики Беларусь от 18 октября 1994 г. № 3321-ХІІ «О бухгалтерском учете и отчетности» и «Документ о порядке составления отчетов,

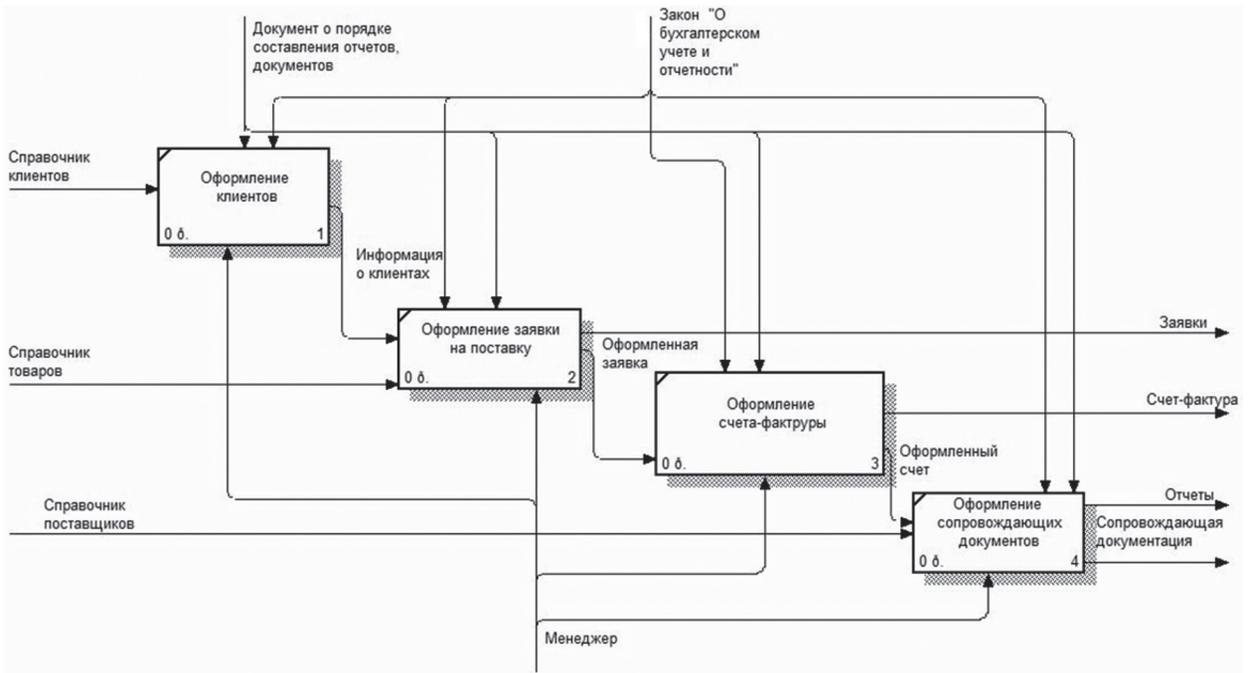


Рисунок 2 — Декомпозиция контекстной диаграммы функциональной модели автоматизированной системы учета и контроля процесса изготовления оборудования машиностроительным предприятием

документов», а в качестве механизма, обеспечивающего управление этими процессами, выступает «Менеджер».

Диаграммы потоков данных (DFD) представляют собой иерархию функциональных процессов, связанных потоками данных. Диаграммы потоков данных являются основным средством моделирования функциональных требований к проектируемой системе [4]. Основными компонентами диаграммы потоков данных являются:

- внешние объекты, представляющие собой источник или приемник информации;
- процессы преобразования входных данных в выходные в соответствии с определенным алгоритмом;

- накопители данных, в которые можно помещать и из которых можно извлекать информацию;
- поток данных, определяющий информацию, передаваемую через некоторое соединение от источника к приемнику.

Диаграмма потоков данных автоматизированной системы учета и контроля коммерческой деятельности машиностроительного предприятия представлена на рисунке 3.

Любые (в том числе и программные) системы проектируются с учетом того, что в процессе своей работы они будут использоваться людьми и/или взаимодействовать с другими системами. Объекты, с которыми

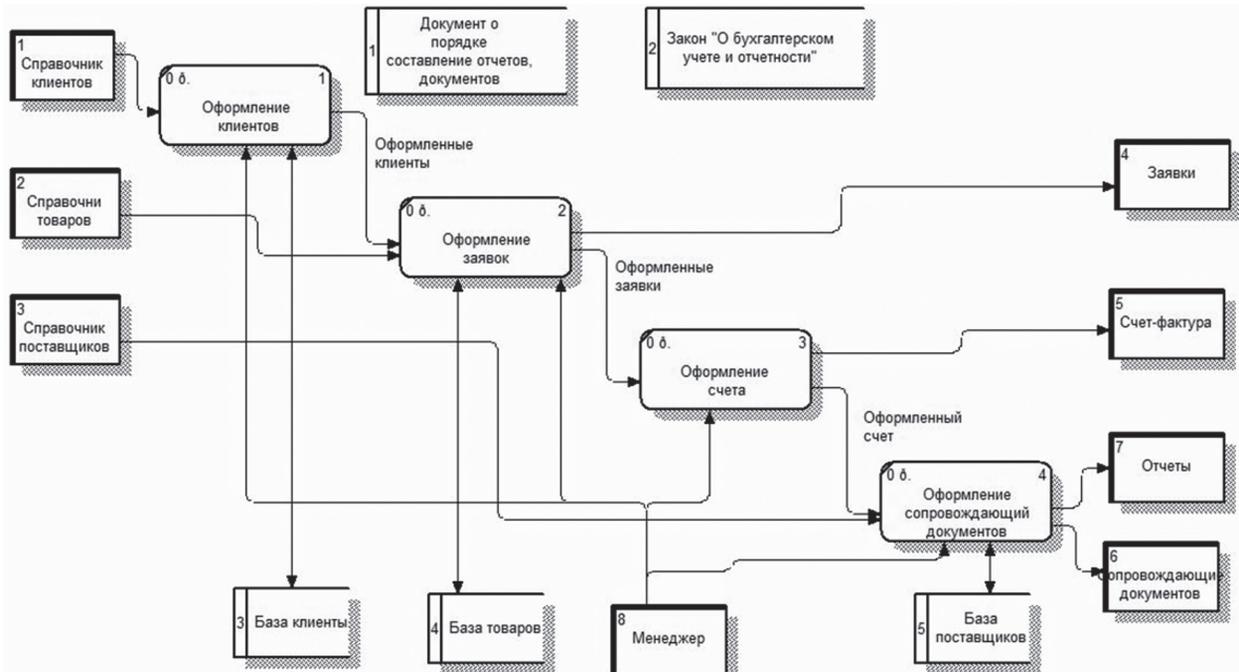


Рисунок 3 — Диаграмма потоков данных автоматизированной системы учета и контроля коммерческой деятельности машиностроительного предприятия

взаимодействует система в процессе своей работы, в сложившейся в этой области терминологии условно называются актерами, причем каждый актер ожидает, что система будет вести себя строго определенным, предсказуемым образом.

Потоки событий — это текстовые описания пошагового выполнения работ. Они должны быть понятны не только разработчику, но и потребителю конкретизированного продукта (заказчику), а также понятны при их рассмотрении со стороны. Задача этих описаний — максимальная детализация функциональных особенностей системы до того, как разработчики приступят к написанию программного кода, а также устранить возможное недопонимание требуемой функциональности, максимально сблизив представления об объекте разработчика и заказчика.

Прецедент (use case) — описание множества последовательных событий (включая варианты), выполняемых системой, которые приводят к наблюдаемому актером результату. Прецедент представляет поведение объекта при взаимодействии актера и системы. Прецедент не показывает, «КАК» достигается некоторый результат, а только то, «ЧТО» именно выполняется.

В программе присутствует 3 актера — «Отдел продаж», «Производство», «Экономический отдел».

«Отдел продаж» имеет доступ ко всей информации, осуществляет прием заявки, формирование нового заказа и формирование заявки на изготовление, получает информацию о клиенте и заказе, предоставляет актеру в «Экономический отдел» отчеты о продажах для дальнейших расчетов, по мере готовности заказа организует его доставку заказчику, работает с базой данных, редактирует прайс-лист.

«Производство» принимает заявку на производство, проверяет наличие заказанной продукции, при ее наличии — уведомляет «Отдел продаж» и организует доставку этой продукции заказчику, а при ее отсутствии — организует запуск производственного цикла, формирует производственный отчет, производственную документацию для актера «Экономического отдела» с целью проведения дальнейших расчетов.

«Экономический отдел» получает первичную информацию от актеров — «Отдела продаж» и «Производства» — для дальнейшего учета и расчетов, выполняет анализ эффективности экономической и хозяйственной деятельности предприятия. Для этого он производит соответствующие расчеты: рентабельности использования капитала и трудовых ресурсов, а также совокупного потенциала. После выполнения расчетов полученные данные сопоставляются с плановыми показателями, производится формирование и сохранение бухгалтерской и экономической отчетности, оперативной и сводной статистики, осуществляется учет рабочего времени, расчет оптовой и розничной цен продукции предприятия, на основе которых выбирает оптимальную стратегию ценообразования и производит расчет цены с учетом накопления собственных средств.

#### Варианты использования блоков:

- «Формирование заказа» (дает возможность «Производству» получить заявку на изготовление объекта с указанием типа и количества продукции для дальнейшего производства или, в случае ее наличия в готовом виде, поставки);

- «Работа с данными» (дает возможность «Отделу продаж» осуществить импорт и экспорт данных в базы данных);  
 - «Формирование отчетов» (дает возможность «Отделу продаж» сформировать отчеты о продажах, которые в дальнейшем «Экономическим отделом» могут использоваться при «Выполнение расчетов» для выполнения бухгалтерских и экономических расчетов).

Для вариантов использования «Учет рабочего времени», «Оперативная и сводная статистика», а также для осуществления варианта использования «Анализ эффективности экономической деятельности предприятия», который включает в себя такие варианты использования, как «Расчет рентабельности использования трудовых ресурсов», «Расчет рентабельности использования капитала», «Оценка внутренних резервов», «Расчет совокупного потенциала» и для сравнения текущих показателей с плановыми в варианте использования «Сравнение текущих показателей с плановыми».

Вариант использования «Организация доставки товара» «Отделом продаж» включает в себя вариант использования «Предоставление готовой продукции» — это означает, что производственный отдел предоставляет готовую продукцию «Отделу продаж» для дальнейшей отгрузки по готовности этой самой продукции.

Вариант использования «Отчеты о производстве» актера «Производство» означает формирование производственных отчетов для экономического отдела (актер «Экономический отдел») для дальнейших расчетов.

Вариант использования «Предоставление счета на оплату» подразумевает формирование выписки актером «Отдел продаж» клиенту с указанием суммы.

Предусловия варианта использования — это условия, которые должны быть выполнены, прежде чем вариант использования начнет свою работу.

Вариант использования «Организация доставки товара» доступен только в случае, если клиент оплатил заказ.

Вариант использования «Запуск производства» доступен только в случае, если в наличии не имеется продукции в готовом виде.

Для более детального понимания концепции работы системы необходимо построить наглядные диаграммы. Для этого использовалась среда RationalRose.

На основе функциональной модели сформирована структура системы автоматизации сбыта продукции. Для того, чтобы создать единую информационную структуру, все таблицы в базе данных необходимо объединить, создав для этого связи между их полями. На данном этапе необходимо подробное исследование функциональных возможностей будущей системы складского учета, а также информации, которая необходима в процессе работы разрабатываемой системы.

Созданный на основе функциональной модели программный продукт, согласно своим функциональным возможностям, позволит в полной мере реализовать учет прихода и расхода товарных групп (складской учет), что даст возможность снизить финансовые затраты на разработку и реализацию крупных и глобальных систем складского учета, требующих дополнительное администрирование и влекущих расширение системных требований задействованных аппаратных средств.

**Заключение.** В результате проведенного исследования была разработана система, имеющая следующие преимущества в сравнении с существующими аналогами:

- отсутствие функционала, что позволяет осуществить автоматизацию процессов учета и контроля коммерческой деятельности предприятия;
- низкая стоимость программного продукта;
- незначительные затраты на обучение персонала;
- отсутствие необходимости в приобретении мощного и дорогостоящего аппаратного обеспечения (достаточно простого ноутбука и компьютерной мыши);
- возможность автономной работы;
- простота и доступность интерфейса;
- возможность автоматизированного формирования отчетности и аналитической документации.

#### Список литературы

1. Фирма «1С» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://v8.1c.ru/info/about\\_1c.htm](http://v8.1c.ru/info/about_1c.htm). — Дата доступа: 17.07.2020.
2. Система Галактика ERP — интегрированная система управления предприятием [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ural.galaktika.ru/sistema-galaktika-erp-2>. — Дата доступа: 17.07.2020.
3. Российский IT-сектор [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://sdelano-u-nas.livejournal.com/7707931.html>. — Дата доступа: 20.07.2020.
4. Диаграммы потоков данных [Электронный ресурс]. — Режим доступа [https://studref.com/316118/informatika/diagrammy\\_potokov\\_dannyh](https://studref.com/316118/informatika/diagrammy_potokov_dannyh). — Дата доступа: 20.07.2020.
5. Анализ и оптимизация технологии проектирования и изготовления оборудования точного электронного машиностроения. Часть 1: Математическая модель выбора компонентов оборудования / А.О. Ермак [и др.] // Актуальные вопросы машиноведения: сб. науч. тр. / Объедин. ин-т машиностроения НАН Беларуси; редкол.: С.Н. Поддубко [и др.]. — 2019. — Вып. 8. — С. 53–56.
6. Анализ и оптимизация технологии проектирования и изготовления оборудования точного электронного машиностроения. Часть 2: Методика предварительного выбора компонентов / А.О. Ермак [и др.] // Актуальные вопросы машиноведения: сб. науч. тр. / Объедин. ин-т машиностроения НАН Беларуси; редкол.: С.Н. Поддубко [и др.]. — 2019. — Вып. 8. — С. 57–59.

---

Ermak A.O., Yelovoy O.M., Kadilnikova T.M., Volkotrub R.E.

#### Methodological approaches to the control of technological processes of microelectronic equipment assembly

The article proposes a functional model of an automated accounting and control system for assembling a precision electronic engineering enterprise. The software product created on the basis of the functional model will make it possible to fully implement the accounting of the receipt and consumption of purchased assembly units of equipment, reduce financial costs for the development and implementation of large and global accounting systems for purchased components that require additional administration and entail an expansion of system requirements hardware.

*Поступила в редакцию 22.07.2020.*

---

# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МАШИНОВЕДЕНИЯ

---

## СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

### Выпуск 9

Издается с декабря 2012 г.

Выходит один раз в год

Минск 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МАШИНОВЕДЕНИЯ

*БРАНОВИЦКИЙ А.М.; ПУМПУР В.А.*

Инновационные разработки Института технологии металлов НАН Беларуси  
для машиностроения..... 7

*ГУРЕВИЧ В.Л.*

Развитие национальной эталонной базы Республики Беларусь  
для метрологического обеспечения продукции машиностроения ..... 10

*ЩЕРБАКОВ С.С.*

Механотермодинамика: основные результаты и перспективы исследований ..... 13

### МЕХАНИКА МОБИЛЬНЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

*НАДАРЕЙШВИЛИ Г.Г.; КОЛЕСНИКОВ А.В.; ПОПОВ В.С.*

Оценка методов отбора тепла с поверхности горячих частей  
выпускной системы транспортных средств ..... 18

*КАЛИНОВСКИЙ А.А.; ЧУПРЫНИН Ю.В.; ШАНТЫКО А.С.*

Оптимизация геометрии проточной области эжектора удаления пыли  
из воздухозаборника сельскохозяйственной машины ..... 23

*ДЖАСОВ Д.В.; КОНЯВСКИЙ А.Д.; ШАНТЫКО А.С.; ЧУПРЫНИН Ю.В.*

Математическая модель механизма уравнивания  
и подъема косилки-плющилки ротационной ..... 27

*ИВАНОВ Д.Н.; ДЖАСОВ Д.В.; ВЫРСКИЙ А.Н.*

Имитационное моделирование выгрузной системы зерноуборочного комбайна ..... 31

*ПИГУНОВ А.В.; ДАШУК П.А.*

Перспективы развития конструкций кузовов грузовых вагонов ..... 36

<i>БОЧКАРЕВ Д.И.; ПУПАЧЕВ Д.С.</i> Основные тенденции развития систем автоматического управления технологическими процессами строительных и дорожных машин.....	41
<i>ПУТЯТО А.В.</i> Колесо составного типа для железнодорожного подвижного состава .....	45
<i>КАПИТОНОВ А.В.; ПАШКЕВИЧ В.М.</i> Методы оценки точности малогабаритных планетарных передач с промежуточными телами качения .....	51
<i>ГРИДЮШКО Д.В.; ДВОРНИК А.П.</i> Усовершенствование шнековых исполнительных органов очистных комбайнов .....	55
<i>ТРОЙНИЧ В.А.; КАЛИНЦЕВ Ю.В.; ДВОРНИК А.П.</i> Анализ конструктивных особенностей подъемных машин для проходки шахтных стволов.....	59
<i>ЛУСТЕНКОВА Е.С.</i> Сферические механизмы в приводных системах: анализ перспективных конструкций и классификация.....	64
<i>ПЕТРЕНКО М.Л.</i> Компоненты антиблокировочной системы дорожного мотоцикла «Минск» на основе силовых факторов .....	68
<i>СТРОК Е.Я.; БЕЛЬЧИК Л.Д.; АНАНЧИКОВ А.А.; ЗОРИЧ П.А.</i> Формирование улучшенной скоростной характеристики системы управления рабочими органами мобильных машин.....	75
<i>КУХАРЕНКО Г.М.; КЛЕССО М.А.; ПРЕДКО А.В.</i> Профилирование впускного канала малогабаритного дизеля .....	79
<i>МОИСЕЕВ Е.А.</i> Дисковый тормоз для полуприцепа с развитой поверхностью трения, адаптивный к САБ магистральной АТС.....	84
<i>ЮШКЕВИЧ А.В.</i> ПБС дорожного мотоцикла «Минск» на основе системы возбуждения автоколебания сил в контакте его ведущего колеса с дорогой .....	89
<i>КИРЕЕВ В.И.; КОВАЛЬ Д.Н.; ЛЯХОВ С.В.</i> О переводе городского пассажирского транспорта на электротягу в Республике Беларусь.....	94
<i>МОРОЖАНОВ Е.А.; БАСИНЮК В.Л.; ЛОБКОВА М.П.</i> Разработка математической модели механических колебаний стола зондового оборудования .....	98
<i>ЛЕШКЕВИЧ С.В.; САЕЧНИКОВ В.А.</i> Беспилотный летательный аппарат на основе крыла Рогалло для тестирования широкоапертурных антенн в полевых условиях .....	103
<i>ВЫГОННЫЙ А.Г.; КРАВЧЕНОК Алексей Л.; КРАВЧЕНОК Александр Л.</i> Расчетное определение влияния весового состояния карьерного самосвала на радиус поворота.....	107
<i>ШМЕЛЕВ А.В.; ОМЕЛЮСИК А.В.; ИВЧЕНКО В.И.; ХИТРИКОВ С.В.</i> Компьютерное моделирование процессов деформирования металлических балок при динамическом ударном нагружении.....	111

<i>КОЛЕСНИКОВИЧ А.Н.; ВЫГОННЫЙ А.Г.; ГОНЧАРКО А.А.; ЛОПУХ Д.Г.; КРАВЧЕНОК Александр Л.; КРАВЧЕНОК Алексей Л.; РАК М.В.</i> Оптимизация угловых скоростей вращения колес самосвала грузоподъемностью 450 т при комбинированном повороте .....	117
<i>ДУБОВСКИЙ В.А.; САВЧЕНКО В.В.</i> Подход к обеспечению безопасности дорожного движения при эксплуатации автоматизированных транспортных средств.....	121
<i>КИСЕЛЬКОВ А.Л.; ШУКЮРОВ А.О.</i> Методические рекомендации к расчетной оценке прочности дорожных ограждений на основе компьютерного моделирования процессов .....	124
<i>ЖДАНОВИЧ Ч.И.; КАЛИНИН Н.В.</i> Тяговый КПД трактора с электромеханической трансмиссией .....	131
<i>ХОЛОД Е.А.; САВЧЕНКО В.В.; ДУБОВСКИЙ В.А.; ЧЕРНИН М.А.</i> Классификация признаков выполнения водителем транспортного средства алгоритмов деятельности или их фрагментов .....	136
<i>КЛИМУК А.С.; ЯНОВИЧ Д.Л.; ОСТРЕЙКО И.А.; ШЕЛЮТО М.Д.</i> Перспективы модернизации турбонаддува дизельных двигателей.....	141
<i>СТРОК Е.Я.; БЕЛЬЧИК Л.Д.; АНАНЧИКОВ А.А.; АЛЕКСАНДРОВА Т.Л.</i> Выбор структуры и параметров цифрового электрогидравлического привода навесного устройства .....	146
<i>МОРОЖАНОВ Е.А.; КОЗИНЕЦ А.В.; ВОЛКОТРУБ Р.Е.</i> Собственные частоты механических колебаний в приводах зондового оборудования с зубчатоременными передачами.....	152
<i>КЛИМУК А.С.; ЯНОВИЧ Д.Л.; ОСТРЕЙКО И.А.; ШЕЛЮТО М.Д.</i> Анализ энергетических потоков в электромеханической трансмиссии ковшового погрузчика. Основные направления совершенствования силового агрегата .....	157
<b>НАДЕЖНОСТЬ, ДИНАМИКА, ПРОЧНОСТЬ МАШИН И КОНСТРУКЦИЙ</b>	
<i>ПЛЕСКАЧЕВСКИЙ Ю.М.; СТАРОВОЙТОВ Э.И.; ЛЕОНЕНКО Д.В.</i> Изгиб упругой круговой трехслойной пластины в радиационном потоке .....	161
<i>ЕЛОВОЙ О.М.; БОГДАНОВИЧ А.В.; ТЮРИН С.А.; КОМИССАРОВ В.В.</i> Экспериментальная механика локальных повреждений: методы исследований и некоторые результаты.....	166
<i>МИХАЙЛОВ М.И.</i> Влияние статистических параметров деталей на точность их расположения относительно схвата сборочного робота.....	176
<i>ПЛЕСКАЧЕВСКИЙ Ю.М.; МИХАЙЛОВ М.И.; МИХАЙЛОВ К.М.</i> О математической модели режущего барабана устройства измельчения растительной массы кормоуборочного комбайна.....	181
<i>ЛИС И.Н.; БОГДАНОВИЧ А.В.</i> Динамический анализ системы «вал — вкладыш» в условиях фрикционно-механической усталости.....	186
<i>ВЕСЕЛУХА В.М.; БОГДАНОВИЧ А.В.</i> Циклическая трещиностойкость высокопрочного чугуна с шаровидным графитом с особыми служебными свойствами .....	191
<i>КОДНЯНКО М.Ю.; ДУБОВСКИЙ А.А.; КОДНЯНКО Е.В.</i> Исследование работы быстроизнашиваемых узлов бурового насоса.....	195

<i>ГРОМЫКО П.Н.; ХАТЕТОВСКИЙ С.Н.</i> Сравнительный анализ эксцентриковых передач с различными видами зацепления зубчатых колес.....	199
<i>ЖУРАВКОВ М.А.; ХВЕСЕНЯ С.С.; НИКОЛАЙЧИК М.А.</i> Определение силового взаимодействия скипа с направляющими по данным профилировки проводников .....	203
<i>БОГДАНОВИЧ А.В.; МАРМЫШ Д.Е.; ЩЕРБАКОВ С.С.</i> Статистический анализ данных исследований на контактную и контактно-механическую усталость .....	208
<i>БЕЛАБЕНКО Д.С.; АЛЬГИН В.Б.</i> Применение операции нормализации динамической схемы при моделировании переходного процесса гидромеханической планетарной трансмиссии .....	212
<i>МЕДВЕДЕВ С.В.; НИКОЛАЕВ Ю.И.; ШТУКАРЬ А.О.</i> Прогнозное суперкомпьютерное моделирование поведения сварных конструкций общего назначения под динамическими нагрузками .....	216
<i>МЕДВЕДЕВ С.В.; НИКОЛАЕВ Ю.И.; ШТУКАРЬ А.О.</i> Элементы системы виртуальных испытаний труб направляющих .....	220
<i>ЛАПИЦКАЯ Н.В.; ЛЕВАНЦЕВИЧ В.А.; КОСТЮК С.Ф.</i> Применение преобразования Гильберта–Хуанга при анализе вибрационных сигналов машин и агрегатов .....	224
<i>КОЗИНЕЦ А.В.; МОРОЖАНОВ Е.А.; ЛОБКОВА М.П.</i> Исследование жесткостных параметров прецизионных ШВП, установленных с предварительным натягом.....	229
<i>ИШИН Н.Н.; ГОМАН А.М.; СКОРОХОДОВ А.С.; НАТУРЬЕВА М.К.; ШПОРТЬКО В.В.; ШИШКО С.А.; РЕГИНЯ В.В.</i> Метод проведения ускоренных стендовых испытаний зубчатых приводных механизмов при минимальном количестве испытываемых образцов .....	234
<i>ИШИН Н.Н.; ГОМАН А.М.; СКОРОХОДОВ А.С.; КОВАЛЕНКО А.В.; НАТУРЬЕВА М.К.; ДАКАЛО Ю.А.</i> Выбор нагрузочно-скоростных режимов карьерного самосвала БЕЛАЗ при диагностике и прогнозировании остаточного ресурса зубчатых передач.....	238
<i>АЛЬГИН В.Б.; КОНОНОВИЧ М.А.; РОМАНЕНКО С.Н.; СОРОЧАН В.М.</i> Неопределенность при моделировании ресурсно-функциональных свойств технически сложных изделий. Возможности цифровизации.....	243
<b>МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ</b>	
<i>МИНАЕВ И.В.; ГВОЗДЕВ А.Е.; КОЛМАКОВ А.Г.; ХЕЙФЕЦ М.Л.; КУТЕПОВ С.Н.</i> Особенности лазерной резки в синтезе технологий изготовления и упрочнения деталей из сталей .....	254
<i>ЛЕВАНЦЕВИЧ М.А.; МАКСИМЧЕНКО Н.Н.; ПИЛИПЧУК Е.В.; СОТНИК Л.Л.</i> Выбор материала ворса проволочной щетки для формирования хромовых покрытий методом деформационного плакирования .....	261
<i>ВЫСОЦКАЯ Н.А.; ФРАНЦКЕВИЧ В.С.</i> Способы получения гранул хлорида калия методом окатывания .....	265

<i>АКУЛОВИЧ Л.М.; МИРАНОВИЧ А.В.</i> Влияние параметров технологического тока на производительность процесса магнитно-электрического упрочнения и качество поверхностей .....	269
<i>КУКАРЕКО В.А.; ЧИЧИН А.Н.; ВАЛЬКО А.Л.; РУДЕНКО С.П.; ТАРАСЕВИЧ И.Ю.</i> Влияние режима нагрева сталей 20ХН3А и 20ХГНМБ на размер аустенитного зерна, формирующегося при высокотемпературной термической обработке .....	273
<i>СЕРЕНКОВ П.С.; РУДНИЦКИЙ Ф.И.; ВОРОНОВА Т.С.; ВОЛКОТРУБ Р.Е.</i> Повышение эффективности разработки технологических процессов получения инновационных материалов и покрытий с заданными свойствами.....	276
<i>КОВЕНСКИЙ А.Е.; БАСИНЮК В.Л.; ГЛАЗУНОВА А.А.</i> Осевая жесткость режущего алмазного диска для разделения полупроводниковых пластин на кристаллы.....	280
<i>ШКОЛЫК С.Б.; ТЫЧИНСКАЯ И.Д.; ГЛАЗУНОВА А.А.</i> Современные материалы микроэлектроники для космической техники и технологии их обработки .....	284
<i>ШКОЛЫК С.Б.; ТЫЧИНСКАЯ И.Д.; ГЛАЗУНОВА А.А.; КОВАЛЕВА С.А.</i> Механическая обработка материалов точного электронного машиностроения .....	288
<i>ВИТЯЗЬ П.А.; ЖОРНИК В.И.; КОВАЛЕВА С.А.; БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ М.А.; СОСНОВСКИЙ И.А.; ГРИГОРЬЕВА Т.Ф.; ВАЛЬКОВИЧ И.В.</i> Механохимический синтез никельсодержащих алюмосиликатов на основе глин для модифицирования триботехнических алюминиевых сплавов .....	293
<i>ЕРМАК А.О.; ЕЛОВОЙ О.М.; КАДИЛЬНИКОВА Т.М.; ВОЛКОТРУБ Р.Е.</i> Методические подходы к управлению технологическими процессами сборки оборудования микроэлектроники.....	298
<i>ТЫЧИНСКАЯ И.Д.; АСТРАШАБ Е.В.; ЛОБКОВА М.П.</i> Некоторые особенности режущих пластин на основе КНБ для прецизионной лезвийной обработки материалов микроэлектроники .....	303
<i>ДУДАН А.В.; СМИРНОВА Т.В.; СМИРНОВ А.А.</i> Формализация структуры технологического процесса электродугового напыления .....	308
<i>ЖОРНИК В.И.; ЗАПОЛЬСКИЙ А.В.; ИВАХНИК А.В.; ПАРНИЦКИЙ А.М.</i> Отработка компонентных составов и технологических режимов получения биоразлагаемых смазочных материалов.....	313
<i>АНТОНЮК В.Е.; БУДЗИНСКАЯ А.В.; ЯВОРСКИЙ В.В.</i> Экспандирование маложестких колец в кольцераскатных комплексах .....	319
<i>САНДОМИРСКИЙ С.Г.</i> Методика повышения достоверности двухпараметрового неразрушающего определения твердости сталей .....	323
<i>ВАЛЬКО А.Л.; ПАПКОВСКИЙ П.И.; РУДЕНКО С.П.; САНДОМИРСКИЙ С.Г.</i> Влияние технологии выплавки на распределение легирующих элементов в экономнолегированной стали.....	326

<i>КУШНЕРОВ А.В.; ШАПАРЬ В.А.</i> Установка и методика экспериментальных исследований изнашивания материалов и покрытий в условиях фреттинг-коррозии.....	330
<i>КОМАРОВ А.И.; ЦЫБУЛЬСКАЯ Л.С.; ЗОЛОТАЯ П.С.; РОМАНЮК А.С.</i> Структура и оптические свойства светопоглощающих МДО-покрытий, модифицированных углеродом и оксидами элементов подгруппы железа.....	333
<i>БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ М.А.; КОМАРОВ А.И.; СОСНОВСКИЙ И.А.; ОРДА Д.В.; КУРИЛЕНКО А.А.; ИСКАНДАРОВА Д.О.</i> Влияние флюсов на структуру покрытия из сплава АК12 с подслоем свинца, полученного на внутренней поверхности стальной заготовки .....	336
<i>БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ М.А.; ЯЛОВИК А.П.</i> Научные основы и этапы разработки технологии восстановления штоков силовых гидроцилиндров .....	342
<i>ВАЛЬКО А.Л.; САНДОМИРСКИЙ С.Г.; РУДЕНКО С.П.</i> Зависимость магнитного параметра от эффективной толщины цементированного слоя стали 18ХГТ.....	349
<i>АСТРАШАБ Е.В.; ГРИГОРЧИК А.Н.; БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ М.А.; КУКАРЕКО В.А.</i> Фазовое состояние и триботехнические свойства газотермического покрытия из псевдосплава «08Г2С+АК12», подвергнутого отжигу по различным режимам.....	353